

Google, se reordene e me ajude a aprender: Critérios de relevância para reordenar resultados de busca como um processo de aprendizagem

Cleber Pinelli Teixeira, Marcelo Tibau, Sean Wolfgang Matsui Siqueira

Departamento de Informática Aplicada
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO) – Rio de Janeiro – RJ –
Brazil

{cleber.pinelli,marcelo.tibau,sean}@uniriotec.br

Abstract. *Search engines can assist people to conduct tasks during an informal learning experience, however their ranking criteria are focused to provide factual rather than procedural information. In this context, this paper presents relevance criteria in accordance with learning theories to support search results reorder based on content suitability to learning purposes. In order to evaluate the proposed criteria applicability, it was applied a survey to search engine users comparing Google's and modified search engine result pages. The survey indicated that the modified result was better accepted, especially by searching experts. It might be an indication that reorganized search results based on learning theories may support informal learning.*

Resumo. *As ferramentas de busca podem auxiliar as pessoas na condução de tarefas de aprendizagem informal, contudo os critérios usados para o ranqueamento de seus resultados estão voltados a prover respostas factuais e pouco processuais. Neste contexto, este artigo apresenta critérios de relevância, baseados em teorias de aprendizagem, para apoiar uma reordenação dos resultados da busca quando há intenção de aprendizado. Para avaliar a aplicabilidade da proposta, foi utilizado um questionário contendo um comparativo entre exemplos de páginas de resultado de busca da Google e sua versão modificada. A pesquisa evidenciou que o resultado reordenado foi melhor aceito, sobretudo por aqueles que possuem maior habilidade de busca. Isto pode ser um indicativo de que reorganizar o resultado de buscas com base em teorias de aprendizagem pode apoiar a aprendizagem informal.*

1. Introdução

As ferramentas de busca, de uma maneira geral, são utilizadas para suprir a necessidade de informação das pessoas. Quando a busca envolve intenção de aprendizado, tal necessidade surge a partir de uma anormalidade no seu estado de conhecimento (também referida pelo acrônimo em inglês ASK¹) a respeito de um tópico ou assunto (Belkin et al., 1982). A principal característica do ASK, conforme sugerido por Belkin

¹ASK, Anomalous State of Knowledge.

et al. (1982), é a falta de capacidade de especificar precisamente ações que possam ser implementadas para ajustar o estado de conhecimento.

Considerando que um usuário menos experiente, tanto no domínio de conhecimento como na habilidade de busca, não é necessariamente capaz de saber qual informação é importante (o que impacta a formulação da pesquisa e a escolha das fontes), o papel da ferramenta de busca deveria ser auxiliar o usuário, através da ordenação dos resultados, a encontrar conteúdos úteis. Para que a informação recuperada possa efetivamente auxiliar o indivíduo a alcançar objetivos educacionais, é necessário que tais informações sejam apresentadas de maneira didática. Não é suficiente seguir modelos de organização de resultados que usam critérios baseados apenas em correspondência de termos de consulta a documentos ou a seus metadados, mesmo que usem critérios qualitativos de decisão como textos referenciados por *hiperlinks* recebidos. É preciso considerar o padrão de coleta de informação como um todo e entender como a aprendizagem se caracteriza neste âmbito.

Ferramentas de busca populares como Google, Bing, Yahoo ou Yandex levam em consideração o quão popular é o documento com os usuários, quantos *links* de entrada ele possui ou ainda até que ponto o documento pode ser considerado *spam* da Web (Mitra & Craswell, 2017), definindo uma pontuação de qualidade geral da página. Esta correspondência “termo de consulta-documento” é bem-sucedida em buscas cujo foco está baseado em respostas factuais e pouco processuais, como é o caso de buscas do tipo navegacional (usada para se achar um determinado site ou produto) ou transacional (usada para se encontrar um produto que se quer comprar).

Quando o foco é usar a ferramenta de busca como um suporte à aprendizagem, o usuário encontra uma experiência diferente. Nestes casos observa-se o comportamento caracterizado de busca exploratória, em que as atividades de busca vão além de tarefas de pesquisa simples, como a procura por itens conhecidos e se concentram no nível de aprendizado e investigação (Marchionini, 2006). Neste sentido, surge o conceito de Busca como um Processo de Aprendizagem (BPA) (do inglês SaL - *Searching as learning*) (Vakkari, 2016) (Rieh et al., 2016), que é composto pelos seguintes objetivos (Collins-Thompson et al, 2017): entender a pesquisa como um processo humano de aprendizagem; medir o desempenho de aprendizagem e resultados de aprendizagem durante a pesquisa; relacionar o processo de aprendizagem e o contexto de pesquisa; projetar e intervir em sistemas de busca para promover a aprendizagem.

Tendo em mente a dificuldade indicada pelo ASK de Belkin et al. (1982), este artigo visa propor critérios de relevância para apoiar a reordenação das informações recuperadas de modo a melhor atender aos aspectos educacionais de uma busca exploratória. Isto envolve tanto o grau de utilidade de um documento e a experiência de busca do usuário, citados anteriormente, quanto as teorias de aprendizagem aplicáveis ao contexto em questão. Espera-se que estes critérios possam indicar formas mais úteis de reordenar as informações recuperadas por uma ferramenta de busca, ajustando os resultados (SERP – *Search Engine Result Pages*) com base na propensão de utilidade dos documentos como conteúdo para aprendizagem.

Este artigo segue a seguinte estrutura: na seção 2 é feita uma fundamentação teórica sobre teorias de aprendizagem; na seção 3 são apresentados os trabalhos

relacionados; na seção 4 são apresentados os critérios de relevância para reordenação do resultado da busca para apoiar a aprendizagem; na seção 5 é detalhada a condução da avaliação da pesquisa; na seção 6 é feita a análise dos resultados; e na seção 7 são apresentadas as considerações finais.

2. Teorias de aprendizagem

O estudo fundamenta-se a partir de teorias da aprendizagem. “A Aprendizagem é o que acontece ao organismo (humano ou não humano) como resultado da experiência. As mudanças comportamentais são simplesmente evidências de que a aprendizagem ocorreu” (Lefrançois, 2012). Neste artigo, a experiência em questão advém da interação com a informação que é facilitada pela ferramenta de busca. Especificamente, considera-se a experiência proporcionada pelo processo de busca. Este contexto é analisado neste trabalho sob duas óticas, cognitivismo e construtivismo.

O cognitivismo preocupa-se em como a informação é recebida, organizada, armazenada e recuperada (Ertmer and Newby, 1993). As instruções devem ser organizadas, sequenciadas e apresentadas de maneira entendível pelo aluno. Enfatiza através da qualidade das práticas de ensino, como reter e lembrar o conteúdo. De acordo com algumas contribuições das teorias cognitivas trazidas por Jerome Bruner, Jean Piaget e Lev Vygotsky (Lefrançois, 2012), o significado resulta do processamento de informações ativamente e depende da relação entre conceitos ou esquemas. A relação entre os conceitos pode ser mapeada através das ferramentas de recuperação da informação, tendo o potencial de apresentar de maneira mais didática o conteúdo a ser aprendido. Já no construtivismo, a aquisição de conhecimento é um processo de desenvolvimento gradual (Piaget, 1976) que pode ser facilitado pela aplicação de tarefas e desafios de dificuldade ótima. Em outras palavras, o conteúdo não pode ser muito difícil a ponto de não ser compreendido (assimilado) e nem tão fácil que não resulte em aprendizagem nova (sem acomodação), como sugere a teoria do desenvolvimento humano (Vygotsky, 1978)(Piaget, 1976).

As abordagens construtivistas são métodos altamente centrados no aprendiz e refletem a crença de que “a informação significativa é construída por ele, e não dada a ele” (Lefrançois, 2012). Este argumento pode aparentemente demonstrar que o sequenciamento de conteúdo em uma ferramenta de busca não se enquadra ao construtivismo. Contudo, diante do cenário de interação com a ferramenta, o estudante/usuário inevitavelmente acaba se tornando um participante ativo do processo. Outra crença fundamental para o construtivismo é a de que criamos nossos próprios significados. Este enfoque trouxe implicações à educação, colocando ênfase na aprendizagem pela descoberta de relações (Bruner, 1991), abordagem que argumenta que as relações de um domínio de conhecimento precisam ser minimamente apresentadas ao aprendiz para que o mesmo não dependa do acaso. Na educação formal essa apresentação ocorre através de estratégias didático-pedagógicas, que de certo modo, também podem ser aplicadas à aprendizagem informal para facilitar o mesmo tipo de contextualização.

Em especial, há uma forte influência da teoria de aprendizagem significativa (Ausubel et al., 1978) neste trabalho, que considera a estrutura cognitiva existente de uma pessoa, como a organização, a estabilidade e a clareza de conhecimento a respeito

de um assunto específico, como sendo o principal fator de estímulo à aprendizagem e a retenção de novos conceitos. Deste modo, a estrutura cognitiva já existente no usuário fornece as bases nas quais o novo aprendizado é relacionado às informações ou conceitos anteriores. Consideramos que há uma similaridade entre os trabalhos de Ausubel (1978) e Bruner (1991) no que tange à opinião destes autores sobre a natureza do conhecimento.

3. Trabalhos relacionados

Conforme apresentado por Yilmaz et al. (2019), para que seja possível prover uma ordenação de conteúdo específico para a educação, são necessários dois passos: a classificação da busca pelo tipo de consulta (intenção de aprendizado) e a arrumação do conteúdo recuperado (feita a partir dos critérios de relevância, foco deste trabalho). Objetos educacionais podem ser ordenados através de estratégias enquadradas em três categorias (Ochoa e Duval, 2008): por similaridade textual, por perfil de usuário e por revisão humana. A ordenação por similaridade textual é a abordagem mais clássica de recuperação da informação e pode ser implementada com base na quantidade de *links* que as referenciam as páginas. Um exemplo de estudo na linha de ordenação por perfil de usuário foi feito por Machado et al. (2018).

Abordagens de ordenação por revisão humana podem ser vistas em soluções que trazem princípios de curadoria por especialista, como ocorre no sequenciamento de conteúdo de currículos feito em plataformas de educação à distância, conforme explica Manrique (2017). Outro exemplo desta abordagem é o encadeamento de conceitos em dados abertos conectados, e.g. *DBpedia* (Foulonneau, 2012). Entretanto, considerando-se que currículos em plataformas educacionais nem sempre estão disponíveis publicamente, bem como dados abertos nem sempre proveem informações confiáveis e completas, adotamos neste estudo uma abordagem estática deste tipo de ordenação, cujo foco está na aplicação de estratégias didático-pedagógicas (baseadas nas teorias de aprendizagem) para reordenar informações previamente recuperadas.

Outro estudo relacionado a este trabalho foi o realizado por Hurdeman et al. (2016), que além de reordenar, também analisa a utilidade de algumas características da interface a partir da disposição da informação separada por categorias. O presente artigo também se apropria da lógica de categorização, nomeada aqui de critérios, para reordenar os resultados da busca. Isto é feito de forma mais implícita, dando um viés didático à maneira como a informação é apresentada ao usuário e sem a ênfase na disposição espacial dos elementos, como na opção de Hurdeman et al. (2016).

4. Critérios de relevância para reordenar a informação recuperada e apoiar a aprendizagem

Propomos um conjunto de critérios de reordenação da informação recuperada que leva em consideração o relacionamento entre os conceitos. Um dos motivos que ilustram a importância desta ordenação pode ser encontrado na pesquisa da *Smart Insights*², que

²<https://www.smartinsights.com/search-engine-optimisation-seo/seo-analytics/comparison-of-google-clickthrough-rates-by-position/>

indica que os primeiros resultados são expressivamente mais acessados que os demais.

Os critérios de relevância foram utilizados para reordenar os resultados da primeira página de busca (por ser majoritariamente mais acessada) e são baseados na aprendizagem de conceitos e suas relações, um dos tipos de aprendizagem significativa de Ausubel (Moreira, 1995). Segundo Ausubel, conceitos são representados por símbolos (e.g. conjunto de palavras que formam um texto) que representam abstrações dos atributos essenciais daquilo a que se referenciam. Em BPA, esta simbologia estaria representada pela indexação dos documentos a serem recuperados em uma busca e sua reordenação em uma página de resultados categorizada pelo encadeamento entre os conceitos para facilitar o entendimento do conceito buscado e aumentar a possibilidade de relevância dos documentos de acordo com a intenção de busca do usuário (aprender).

A proposta de reordenação dos resultados da busca é baseada em critérios que obedecem às seguintes disposições: **(1) Conteúdos conceituais:** iniciar pelo encadeamento entre os conceitos a fim de identificar os requisitos para que o aprendiz não acesse conteúdo demasiadamente complexo na primeira interação com as fontes. No conceito de zona de desenvolvimento proximal de Vigotsky, uma pessoa desenvolve uma habilidade amadurecendo sua consciência dentro de um contexto interno particular que inclui o nível real de conhecimento da pessoa sobre o domínio alvo, os tipos de ajuda oferecida e a sequência em que esses tipos de ajuda são oferecidos. A escolha de mostrar primeiro os conteúdos conceituais, é uma forma de mostrar a relação entre os tópicos do assunto e servir como guia para desenvolver mecanismos de pesquisa capazes de intervir para promover o aprendizado; **(2) Conteúdos processuais:** para que o usuário tenha uma visão do todo é interessante ter acesso a materiais contendo guias e passo-a-passo dos conceitos encadeados. Trata-se de uma estratégia didático-pedagógica que estimula o usuário a ser ativo na exploração do tema ao indicar material previamente curado que auxilia a sua compreensão, conforme preceitos da aprendizagem significativa de Ausubel e pretende apresentar o conteúdo on-line recuperado como signos, símbolos e conceitos significativos que poderiam ser mais facilmente incorporados na estrutura cognitiva do usuário. A escolha de mostrar o conteúdo processual após o conteúdo conceitual é uma tentativa de promover a sensação de “peças se encaixando” ou um momento “Eureka” de Arquimedes, no qual os conteúdos lidos são significativos e fazem sentido; **(3) Conteúdos aprofundados:** resultados que aumentem o grau de especialização do que foi buscado, aprofundando as informações prévias. Baseado em Piaget e Vygotsky, este critério permite que o aprendiz se prepare para lidar com tarefas mais complexas. À medida que os usuários assimilam novas informações, eles podem incorporá-las a uma estrutura já existente (fornecida pelo conteúdo conceitual) sem alterar essa estrutura (incorporando o conteúdo aprofundado à sua estrutura conceitual do assunto pesquisado); e **(4) Conteúdos relacionados:** alinhado aos pressupostos de Bruner, este critério indica a necessidade de ir além da informação dada. Aqui é aplicada uma variação da abordagem do currículo em espiral, na qual cada assunto é revisitado em intervalos, com um nível mais sofisticado sendo focalizado a cada vez. Em vez de aprofundar o assunto em si, a ideia é recuperar as informações relacionadas para fornecer uma melhor compreensão de como elas se combinam. A abordagem proposta visa revelar o conceito de encadeamento em uma perspectiva mais ampla e reduzir o esforço na identificação de conceitos relacionados, necessários para aumentar a compreensão dos usuários, e auxiliá-los em direção a possíveis caminhos a explorar, servindo como um guia para a

reformulação de consultas. Nas reformulações de consulta seguintes, conteúdos mais avançados podem ser apresentados seguindo a mesma lógica, possivelmente contribuindo para a otimização do fluxo com o qual o usuário conduz o processo.

A visão didático-pedagógica da proposta de critérios de relevância, visa facilitar a compreensão do conteúdo como um todo ao permitir ao aprendiz identificar relações entre conceitos. Com isso, é possível reduzir o esforço necessário na identificação de conceitos relacionados e de compreensão conjunta, norteando o usuário em relação aos caminhos possíveis a serem explorados em reformulações de busca posteriores.

5. Avaliação

Tendo em vista que a adoção de novas ferramentas não depende apenas de requisitos técnicos, a opinião do usuário é de importância fundamental (DeLone & McLean, 1992). No caso do presente estudo, a opinião de um público que tenha o hábito de utilizar ferramentas de busca com intenção de aprendizagem serve de parâmetro subjetivo para avaliar a aplicabilidade destes critérios de relevância e indicar a presença de benefícios reais na abordagem.

Para apoiar a condução desta avaliação foi utilizado o método GQM (*Goal Question Metric*), cujo objetivo é derivar métricas através de perguntas e objetivos. (Basili et al., 1994). Um questionário, representado pela Tabela 1, foi preparado através do *Google Forms* a fim de correlacionar área/nível de conhecimento, habilidade de busca e avaliação do resultado da busca. Como a aprendizagem informal faz parte da rotina de muitos usuários da Web, optou-se por não definir um grupo específico de participantes (e.g. estudantes de graduação), sendo o questionário submetido a fim de colher as opiniões de diversos perfis usuários de ferramentas de busca.

Tabela 1. GQM aplicado ao questionário

Objetivo 1	Identificar nível de conhecimento
Pergunta	Qual é sua escolaridade?
Métrica	Fundamental à pós-graduação
Objetivo 2	Identificar domínio de conhecimento
Pergunta	Qual é sua área de formação?
Métrica	Múltiplas áreas
Objetivo 3	Estimar habilidade de busca e aprendizagem
Pergunta 1	Como você avalia seu grau de habilidade em buscar informação pela internet?
Pergunta 2	Como você avalia seu grau de habilidade em aprender novos assuntos através da internet?
Métrica	Ruim à excelente
Objetivo 4	Comparar resultado comum com resultado reordenado com base nos critérios de relevância
Pergunta 1	Comparação entre resultados da busca: “como perder gordura abdominal”
Pergunta 2	Comparação entre resultados da busca: “como montar negócio próprio”
Pergunta 3	Comparação entre resultados da busca: “como criar website”
Pergunta 4	Comparação entre resultados da busca: “como tocar violão”

Métrica	Impressão subjetiva
Objetivo 5	Captar a impressão das pessoas acerca do questionário
Pergunta	Você teria sugestão de alguma mudança que a ferramenta de busca precisaria a fim de auxiliar na aprendizagem? Ou notou nos exemplos de comparação alguma diferença que gostaria de comentar? Teve alguma percepção que valha a pena compartilhar?
Métrica	Impressão subjetiva

Os Objetivos 1 e 2 foram utilizados para distinguir os grupos que participaram da pesquisa e que podem servir de filtros para indicar discrepâncias. No Objetivo 3, as Perguntas 1 e 2 foram transformadas em valores numéricos, os quais foram somados para compor a estimativa de habilidade de busca (*search literacy*). Esta habilidade ajuda o usuário a aprender enquanto busca (Wilson et al., 2016), e é uma métrica fundamental para indicar a correlação do perfil do usuário com as respostas do questionário.

Para apresentar os cenários de busca foram escolhidas as seguintes consultas, que fazem parte do Objetivo 4: “como perder gordura abdominal”, “como montar um negócio próprio”, “como criar um website” e “como tocar violão”. A razão para a escolha foi por estarem em 30º, 88º, 131º e 294º na classificação³ de perguntas mais feitas ao Google: “*how to lose belly fat*”, “*how to start a business*”, “*how to create a website*” e “*how to play a guitar*”, respectivamente. Estas consultas representam temas que melhor definem buscas processuais nos domínios de conhecimento relacionados à saúde, negócios, tecnologia da informação e artes.

A partir desse levantamento, foi feito o comparativo dos resultados de ordenação de páginas (SERP) com base no resultado convencional fornecido pela *Google* e no resultado reordenado de acordo com os critérios de relevância direcionados à aprendizagem. Os participantes não foram informados sobre como foi proposta a ordenação dos resultados e a apresentação das imagens comparativas foi disposta de maneira aleatória para não criar viés nas respostas. Na comparação dos SERPs, o usuário tem apenas a opção de escolher qual das duas imagens julga mais adequada para aprender o tema proposto ou se não há diferença entre elas.

Por fim, o Objetivo 5 foi utilizado para colher impressões dos participantes acerca do estudo proposto, uma vez que seus comentários podem trazer *insights* que ajudem a melhor compreender suas percepções e anseios em relação a ferramentas de busca e sua relação com a aprendizagem.

6. Resultados e discussões

O questionário contou com a resposta de 181 pessoas. Destas, 98 (54,1%) possuem pós-graduação, 57 (31,5%) nível superior, 16 (8,8%) nível médio, 7 (3,9%) nível técnico e 3 (1,7%) nível fundamental. No geral 40% dos participantes preferem o resultado customizado, 30% preferem o resultado convencional e 30% se mostraram indiferentes. Contudo, foi possível evidenciar que quanto maior a habilidade de busca (estimado pelo próprio participante) melhor aceita foi a reordenação proposta. Aqueles que consideram possuir habilidade de busca ruim/razoável, boa e excelente avaliaram preferir os

³<https://www.mondovo.com/>

seguintes resultados: customizado (35%, 38% e 50%); convencional (25%, 29% e 27%); e indiferente (40%, 33% e 23%) respectivamente. Pressupõe-se com base nesta análise, que aqueles que melhor lidam com as ferramentas de busca têm mais facilidade em discernir os benefícios da reordenação de resultados baseados em estratégias didático-pedagógicas, ainda que esta não tenha sido explicitamente declarada.

A Pergunta 3 do Objetivo 4, sobre como criar um website, foi a que apresentou resultado em maior consonância com o esperado (customizado – 57%; convencional – 15% e indiferente – 28%). Neste exemplo a reordenação foi melhor aceita, possivelmente pelo fato de o resultado convencional conter diversos *links* que faziam referência à utilização de ferramentas de criação de sites, o que não proporcionaria um conhecimento além daquele referente a como usar um determinado *software*. Com base nisto, conjecturamos que o grau de influência de uma reordenação como a proposta neste estudo, varia de acordo com o domínio de conhecimento a que é aplicada.

A Pergunta 4 do Objetivo 4, sobre como tocar violão, foi a que apresentou um resultado mais antagônico ao esperado (customizado – 20%; convencional – 41% e indiferente – 39%). Neste exemplo, foi verificado que a versão convencional apresentou todos os itens do resultado com páginas voltadas à aprendizagem introdutória, contendo aulas para iniciantes. Desta forma, a reordenação com customização didático-pedagógica, que apresentava páginas com conteúdo mais abrangente, de acordo com os critérios apresentados na seção 4, aparentemente desinteressou os participantes.

No Objetivo 5, foram observados alguns comentários de alguns participantes que relataram ter notado e aprovado a ordenação de conteúdos gerais para específicos (apresentação de requisitos antes dos resultados mais objetivos). Por outro lado, outros demonstraram preferir resultados mais diretos e focados nas palavras-chave. Houve ainda comentários relacionados à confiabilidade das fontes apresentadas, sugerindo a importância de fontes conhecidas virem em posições de destaque e antes de conteúdos de sites mais informais, tais como blogs. Sugeriram também uma categorização explícita de resultados (e.g. blocos de categorias nas SERPs) para permitir ao usuário decidir de maneira consciente que categorias de conteúdo acessar.

7. Considerações finais

A relevância atribuída a uma página seja pela frequência com que os termos buscados aparecem ou pela quantidade de referências de outras páginas, não significa necessariamente que a página em questão é a mais adequada quando a intenção é aprendizagem (e.g. o *link* para o blog de um professor pode ser mais útil que um artigo de uma fonte amplamente reconhecida como o *The New York Times*). Esta foi a razão pela qual apresentamos uma estratégia alternativa de reorganização de resultados em SERPs, baseados em critérios de relevância que levem em consideração a intenção de aprendizagem do usuário.

Neste estudo, foram observadas percepções de 181 pessoas e a análise das respostas reforça a ideia de que uma reordenação baseada em estratégias didático-pedagógicas tem a possibilidade de aumentar a utilidade das informações recuperadas, quando há a intenção de aprendizado na busca, e minimizar o impacto do ASK para usuários inexperientes. Entretanto, os autores reconhecem que os critérios considerados foram baseados em teorias de aprendizagem desenvolvidas para um contexto formal.

Apesar de considerarmos que a sua aplicabilidade também se estende a contextos informais, reconhecemos que outros estudos baseados em teorias mais modernas, que relacionem a interação com as fontes de informações e o fluxo de conhecimento, podem trazer critérios de reordenação mais adequados à abordagem BPA.

De acordo com os resultados obtidos pelo questionário aplicado, foi possível confirmar que os usuários que possuem maior habilidade de busca apresentam maior grau de aceitação à reordenação customizada proposta. Uma vez que tais usuários possuem maior poder de discernimento relacionado à relevância dos conteúdos, conjecturamos que seu julgamento pode beneficiar aqueles com menos habilidade de busca, o que justificaria a implementação de critérios de relevância baseados em estratégias didático-pedagógicas a algoritmos de ranqueamento.

Este trabalho se limitou aos aspectos relacionados à recuperação da informação, entretanto o comportamento da busca e interação com as fontes também são parâmetros importantes em uma abordagem de BPA. Como trabalho futuros, indicamos a implementação de estratégias de detecção automática de categorias de resultados para reordenamento automático, o agrupamento e a apresentação visual das informações recuperadas (em um contexto de interação humano-computador) e a aplicação do conceito de busca multimídia associada à necessidade de aprendizagem (e.g. áudio e vídeos com proeminência em SERPs cuja repetição de movimentos é essencial ao aprendizado, como no caso de “tocar violão”).

Agradecimentos

Este estudo foi parcialmente financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), projeto: *Searching as Learning: a busca de informação como ferramenta para a aprendizagem*, processo: 315374/2018-7; e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), código: 001.

Referências

- Ausubel, D., Novak, J., & Hanesian, H. (1978). *Educational Psychology: A Cognitive View* (2nd Ed.). New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Basili, V. R., Caldiera, G., & Rombach, H. D. (1994). *The Goal Question Metric Approach*, *Encyclopedia of Software Engineering*. Wiley.
- Belkin, N.J., Oddy, R.N., Brooks, H.M. (1982) "Ask For Information Retrieval: Part I. Background And Theory", *Journal of Documentation*, Vol. 38 Issue: 2, pp.61-71.
- Bruner, J. S. (1991). *The narrative construction of reality*. *Critical Inquiry*, 18(1), 1-21.
- Collins-Thompson, K., Hansen, P., Hauff, C. (2017) *Search as Learning. Report from Dagstuhl Seminar 17092*.
- DeLone, W. H., & McLean, E. R. (1992). *Information systems success: The quest for the dependent variable*. *Information Systems Research*, 3(1), 60-95.
- Ertmer, P.A. and Newby, T.J. (1993). *Behaviorism, Cognitivism, Constructivism: Comparing critical features from an Instructional Design perspective*. *Performance Improvement Quarterly*, 6(4), 50-72.

- Foulonneau, M. (2012). "Generating educational assessment items from linked open data: The case of DBpedia," in *Proc. Extended Semantic Web Conf.*, 2012, pp. 16–27.
- Huurdeman, H. C., Wilson, M. L. and Kamps, J. (2016). *Active and Passive Utility of Search Interface Features in Different Information Seeking Task Stages. In Proceedings of the 2016 ACM on Conference on Human Information Interaction and Retrieval (CHIIR '16)*. ACM, New York, NY, USA, 3-12.
- Lefrancois, G.R. (2012). *Teorias da aprendizagem humana: O que o professor disse*. Cengage Learning.
- Machado, M., Barrère, E., Souza, J. (2018). Uma Abordagem Evolutiva para o Problema de Sequenciamento Curricular Adaptativo. VII Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2018). Anais do XXIX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2018).
- Manrique, R. (2017). *Automatic Learning Content Sequence via Linked Open Data. International Semantic Web Conference (DC@ ISWC 2017)*.
- Marchionini, G.(2006). *Exploratory search: from finding to understanding*. *Commun. ACM* 49(4), 41–46
- Mitra, B., & Craswell, N. (2017). *Neural Models for Information Retrieval*. CoRR, abs/1705.01509.
- Moreira, M.A. (1995). *Ensino e aprendizagem: enfoques teóricos*. São Paulo, Editora Moraes, p. 61-73_ Revisada em 1995.
- Ochoa and E. Duval, "Relevance Ranking Metrics for Learning Objects," in *IEEE Transactions on Learning Technologies*, vol. 1, no. 1, pp. 34-48, Jan.-March 2008.
- Piaget, J. A *equilíbrio das estruturas cognitivas: problema central do desenvolvimento*. Trad. Álvaro Cabral. Rio de Janeiro: Zahar, 1976.
- Rieh, S. Y., Collins-Thompson, K., Hansen, P. & Lee, H.-J. (2016). *Towards searching as a learning process: A review of current perspectives and future directions. Journal of Information Science*, 42(1), 19–34.
- Vakkari, P. (2016). *Searching as learning: A systematization based on literature. Journal of Information Science*, 42(1), 7–18.
- Vygotsky, L. S. (1978). In M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner, & E. Soubelman (Eds.), *Mind in Society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Wilson, M.L., Ye, C., Twidale, M.B., Grasse, H., Rosenthal, J., McKittrick, M. (2016) *Search literacy: Learning to search to learn*. CEUR Workshop Proceedings, 1647.
- Yilmaz, T., Ozcan, R., Altıngövdü, I. S., Ulusoy, Ö. (2019). *Improving educational web search for question-like queries through subject classification, Information Processing & Management*, Volume 56, Issue 1, Pages 228-246.